

**(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)**

**(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle**
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
28 juillet 2005 (28.07.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/069129 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : G06F 9/44

(72) Inventeurs; et

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2004/053367

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
BAILLEUL, Arnaud [FR/FR]; Thales Intellectual Property, 31-33, avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil Cedex (FR). LE-SAUX, Thierry [FR/FR]; Thales Intellectual Property, 31-33, avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil Cedex (FR).

(22) Date de dépôt international :
9 décembre 2004 (09.12.2004)

(74) Mandataires : CHAVERNEFF, Vladimir etc.; Thales Intellectual Property, 31-33, avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil Cedex (FR).

(25) Langue de dépôt : français

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,

(26) Langue de publication : français

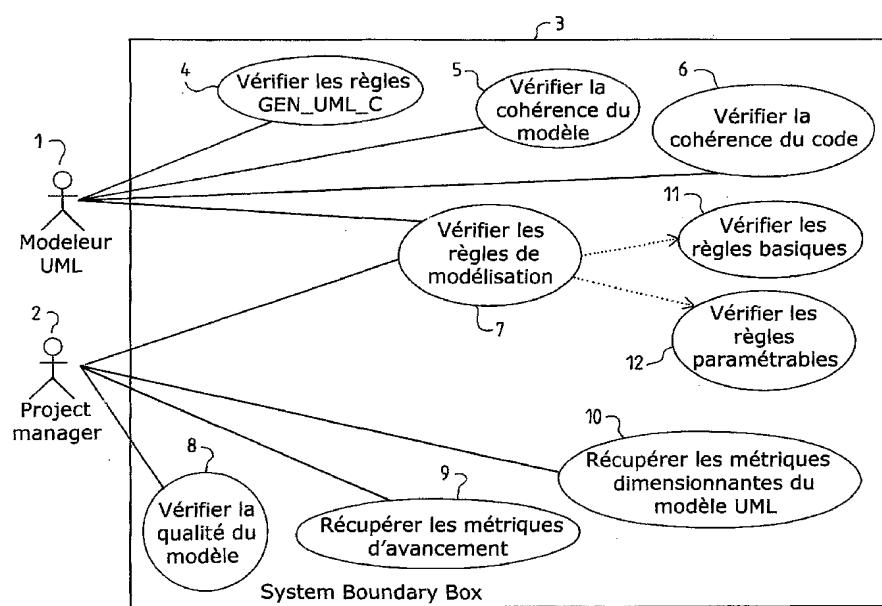
[Suite sur la page suivante]

(30) Données relatives à la priorité :
03 15023 19 décembre 2003 (19.12.2003) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : THALES [FR/FR]; 45, rue de Villiers, F-92200 Neuilly-sur-Seine (FR).

(54) Title: METHOD FOR VERIFICATION OF RULES ON UML MODELS

(54) Titre : PROCEDE DE VERIFICATION DE REGLES SUR LES MODELES UML



- 1 UML MODELLER
- 2 PROJECT MANAGER
- 4 VERIFY RULES GEN_UML_C
- 5 VERIFY COHERENCE OF MODEL
- 6 VERIFY COHERENCE OF CODE
- 7 VERIFY MODELLING RULES
- 8 VERIFY QUALITY OF MODEL
- 9 RECOVER ADVANCEMENT METRICS
- 10 RECOVER DIMENSIONING METRICS OF UML MODEL
- 11 VERIFY BASIC RULES
- 12 VERIFY PARAMETERABLE RULES

(57) Abstract: The inventive method is characterized in that after establishing a model, the data of the model is structured so that it can be used by the Model In Action (MIA) tool which produces a verification file which is used to produce a verification report which can be read by a user.

(57) Abrégé : Le procédé conforme à l'invention est caractérisé en ce qu'après avoir établi un modèle, on structure les données du modèle pour les rendre exploitables par l'outil "Model In Action" (« MIA »), on fait produire par cet outil un fichier de vérification et on produit à partir de ce fichier un rapport de vérification lisible par un utilisateur.

WO 2005/069129 A1



KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO,

SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

PROCEDE DE VERIFICATION DE REGLES SUR LES MODELES UML

La présente invention a pour objet un procédé de vérification de règles sur les modèles UML.

Pour vérifier le respect des règles d'établissement de modèles UML, il n'existe actuellement aucun outil. Des outils, dénommés "Logiscope" et « Rules Checker », ne permettent de vérifier que le code produit à partir du modèle, et non pas la spécification du modèle UML elle-même.

La présente invention a pour objet un procédé qui permette de vérifier la qualité d'un modèle UML par vérification du respect de toutes les règles de modélisation .

Le procédé de l'invention est caractérisé en ce qu'après avoir établi un modèle, on structure les données du modèle pour les rendre exploitables par l'outil "Model In Action", on fait produire par cet outil un fichier de vérification et on produit à partir de ce fichier un rapport de vérification lisible par un utilisateur.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée d'un mode de mise en oeuvre, pris à titre d'exemple non limitatif et illustré par le dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1 est un diagramme UML de cas d'utilisation illustrant les différents acteurs et cas d'utilisation du procédé de l'invention,
- la figure 2 est un bloc-diagramme illustrant l'architecture du procédé de l'invention,
- la figure 3 est une vue d'une interface de vérification produite selon le procédé de l'invention,
- la figure 4 est une vue partielle d'un exemple de rapport de vérification, tel que pouvant être produit par le procédé de l'invention, et
- la figure 5 est un exemple d'extrait type du rapport de vérification pour une règle telle que vérifiée par le procédé de l'invention.

Sur le diagramme de la figure 1, on a représenté les deux principaux types d'utilisateurs susceptibles d'utiliser le procédé de vérification de l'invention, à savoir un modeleur UML (1) et un chef de projet (2). Dans un cadre (3), délimitant le périmètre des possibilités du procédé de l'invention,

on a figuré les différentes actions permises par ce procédé. Ces actions sont : vérification des règles de génération de code (4), vérification de la cohérence du modèle (5), vérification de la cohérence du code (6), vérification des règles de modélisation (7), vérification de la qualité du modèle (8), récupération des métriques d'avancement de modélisation (9) et récupération des métriques dimensionnantes du modèle UML (10). La vérification des règles de modélisation se subdivise en deux vérifications, qui sont : la vérification des règles basiques de modélisation (11) et la vérification des règles paramétrables (12).

La supervision des actions 4 à 6 est généralement dévolue au modèleur 1, tandis que celle des actions 8 à 10 est généralement dévolue au chef de projet 2, seule l'action 7 (y compris ses deux composantes 11 et 12) pouvant être supervisée par les deux opérateurs 1 et 2.

Sur le diagramme de la figure 2, on a représenté, après l'étape de modélisation d'un projet (13), par exemple à l'aide d'un outil tel que « RHAPSODY », et l'exportation d'un fichier au format XMI (14), les principales étapes du procédé de l'invention, mises en œuvre par un outil dénommé « UML CHECKER » (15) et qui sont : l'écriture de scripts (16) pour un moteur de génération de fichiers (17), qui est ici l'outil « Model In Action » (plus simplement dénommé « MIA », et réalisé par la société SODIFRANCE). Les fichiers produits par l'outil (17) sont au format XML (18), puis par conversion XSLT (19) transformés au format HTML pour obtenir un rapport de vérification du modèle (20) au format HTML. L'outil « MIA » (17) reçoit un fichier de paramétrage des règles de vérification (21) (dénommé ici « parameter.ini »), constitué par l'utilisateur modèleur. De façon avantageuse, l'outil UML-Checker (15) comporte également des procédures (22), au format JAVA pour générer des graphiques (abaques) de vérification de la qualité du modèle ou des scripts VB (23) permettant, le cas échéant, de traiter des vérifications sur les graphiques des modèles UML(impossible via la sortie XMI -14). La sélection des règles de vérifications est commandée par l'intermédiaire d'une interface graphique en java (24) implantée dans l'outil de vérification UML-Checker (15) et représentée en figure 3.

De façon plus détaillée, le procédé de l'invention se déroule de la façon suivante :

- l'utilisateur lance le logiciel « RHAPSODY »,

- il ouvre un modèle depuis ce logiciel,
- il sélectionne depuis ce même logiciel l'outil de vérification de l'invention (dénommé, comme on le voit sur l'interface représentée sur la figure 3, « UML_CHECKER »).

5 Par l'intermédiaire de cette interface, l'utilisateur choisit :

- le fichier contenant le modèle UML désiré (au format XMI), dans la fenêtre "Select a model file",
- le fichier de paramétrage, utile pour certaines règles (fichier "parameter.ini" référencé (21) en figure 2), dans la fenêtre "Select a parameter file",
- les règles à vérifier, dans la fenêtre "Select the rules to check"
- le chemin et le nom du fichier de résultat (au format XML), dans la fenêtre "Select a result file".

Le fichier de paramétrage (parameter.ini) permet à l'utilisateur de 15 choisir les paramètres à prendre en compte pour la vérification de certaines règles. Par exemple, une règle vérifie le nombre de caractères des attributs d'une classe. Si le nombre de caractères d'un attribut dépasse le nombre qui se trouve dans le fichier de paramétrage, une erreur est signalée dans le rapport de vérification.

20 L'utilisateur doit choisir les règles de vérification qu'il souhaite appliquer à son modèle. Les règles sont présentées sous la forme d'un arbre classant chaque règle par catégorie, comme on peut le voir sur la figure 3. Ces catégories sont celles mentionnées en référence à la figure 1 et sont détaillées ci-dessous. La sélection se fait grâce à des cases à cocher. 25 Plusieurs règles peuvent être sélectionnées en même temps. Il est aussi possible de sélectionner toutes les règles d'une même catégorie en cochant dans l'arborescence des règles le nœud du groupe de règles de cette catégorie. Lorsqu'un utilisateur sélectionne une règle, sa description apparaît dans une fenêtre située juste sous la fenêtre de sélection « Select the rules to check » de la figure 3.

30 Les règles que peut sélectionner l'utilisateur sont de sept catégories différentes (on a mis entre parenthèses les références numériques correspondant à celles de la figure 1) :

- règles de spécification de l'implémentation du modèle pour le générateur de code GEN_UML_C (4)

- règles sur la cohérence du modèle (par exemple pour éviter les relations fantômes pouvant être induites par une mauvaise réalisation des graphiques UML sous RHAPSODY ») (5),
- règles sur la cohérence du code (par exemple pour vérifier que l'accès aux méthodes de toutes les classes est correct) (6),
- règles sur la modélisation (pour vérifier, par exemple, si l'interdiction d'héritage multiple est respectée) (7),
- calcul de métriques (nombre de classes abstraites par exemple) (10),
- calcul de métriques d'avancement de la modélisation, pour les responsables de projet (9),
- mesure de la qualité du modèle (vérification des métriques comme la complexité d'une classe par exemple) (8).

Enfin, l'utilisateur choisit un nom de fichier résultat au format XML. L'utilisateur peut sélectionner un fichier déjà existant ou en créer un nouveau. On a représenté en figure 4 un exemple partiel d'un tel fichier, qui est dénommé « Rapport de vérification » sur cette figure.

Pour l'outil de vérification de l'invention, l'outil XSLT est utilisé pour transformer le fichier de résultat, qui est en format XML, en document HTML. En effet, cet outil permet de transformer des documents XML en d'autres documents au format XML ou en un autre format approprié, tel que HTML. On a représenté en figures 4 et 5 un exemple partiel d'un document au format HTML pouvant ainsi être produit. Ce document est facilement exploitable par les utilisateurs.

Le document représenté en figures 4 et 5 se compose de trois parties principales :

- la première partie (représentée en haut de la figure 4) est l'index des règles qui ont été vérifiées. Sur l'exemple de la figure 4, deux règles liées au générateur de code ont été vérifiées : règle sur les agrégations et règle sur les « DataTypes » (types de données),
- la deuxième partie (représentée en bas de la figure 4) représente la structure du modèle UML. Elle permet d'obtenir une vue d'ensemble du modèle et de faire des vérifications visuelles sur sa

structure directement dans le rapport sans avoir à ouvrir un éditeur de modèle UML.

- La troisième partie (figure 5) constitue le rapport de vérification proprement dit. Pour chaque règle, un paragraphe correspondant est créé. Il est possible, depuis l'index des règles, d'accéder directement au paragraphe lié à cette règle grâce à des hyperliens. A la fin de chaque règle, un lien hypertexte permet de revenir en haut de la page. Dans l'exemple de la figure 5, le rapport de vérification concerne les règles de génération de code (« Règle Gen_UML_C »), et les deux erreurs relevées se rapportent aux agrégations. S'il n'y a pas d'erreur pour une règle examinée, une simple phrase stipule qu'il n'y a pas d'erreur pour cette règle et remplace le paragraphe de commentaires et le tableau (figure 5) qui n'apparaissent plus dans le rapport.

15

20

25

REVENDICATIONS

1. Procédé de vérification de règles sur les modèles UML, caractérisé en ce qu'après avoir établi un modèle, on structure les données du modèle pour les rendre exploitables par l'outil "Model In Action" (« MIA ») , on fait produire par cet outil un fichier de vérification et on produit à partir de ce fichier un rapport de vérification lisible par un utilisateur.
5
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les règles vérifiées sont l'une au moins des règles relatives :
10
 - au générateur de code (4)
 - à la cohérence du modèle (5),
 - à la cohérence du code (6),
 - à la modélisation correcte (7),
 - aux mesures de dimensionnement (10),
 - aux mesures d'avancement de modélisation (9),
 - à la qualité du modèle (8).
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le fichier du modèle, établi au format UML, est exporté au format XMI vers l'outil « MIA » .
15
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le fichier de rapport produit par l'outil « MIA » est au format XML.
20
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le fichier au format XML produit par l'outil « MIA » est converti au format XSLT pour être transformé en un fichier de document d'un autre format approprié.
25

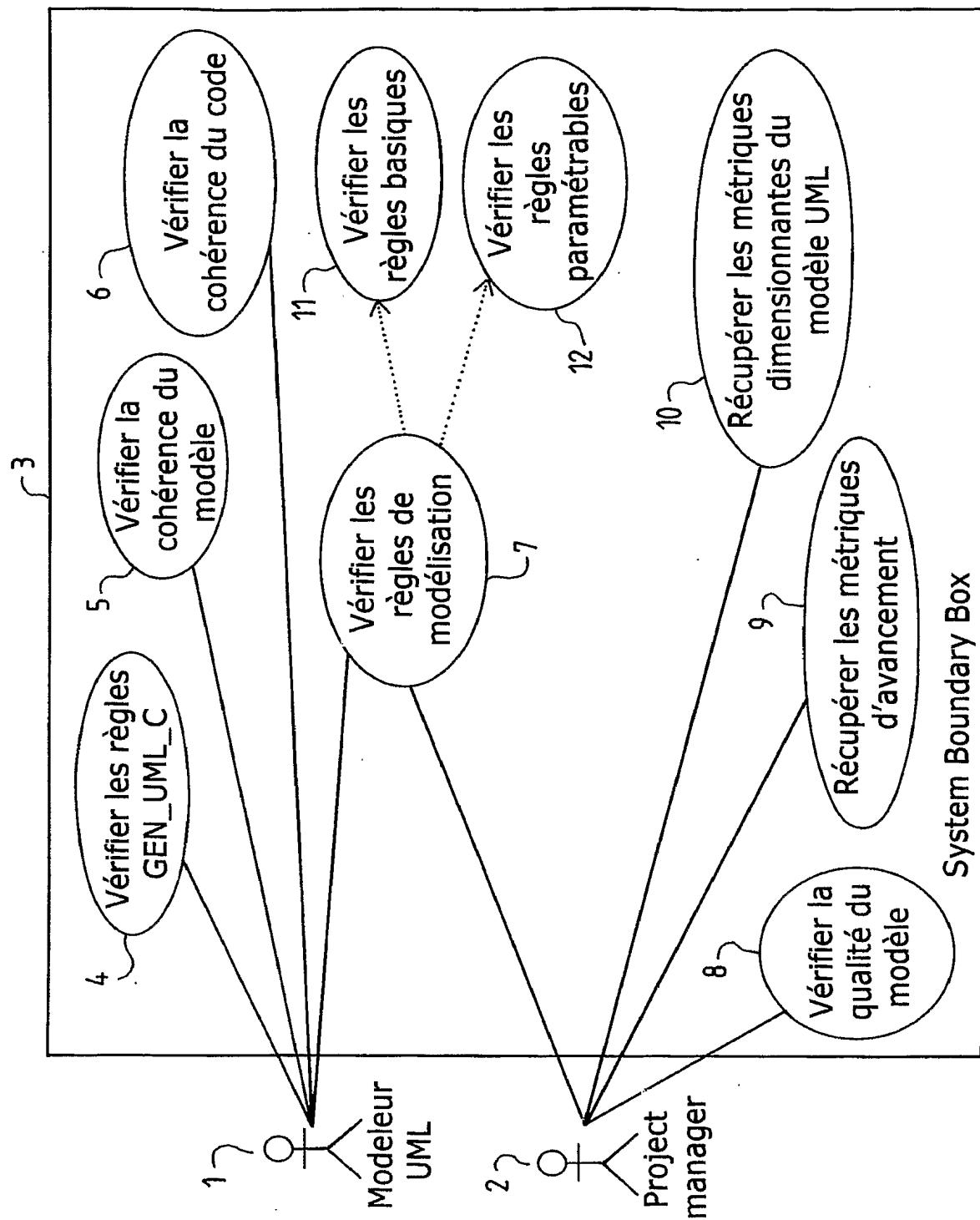


FIG.1

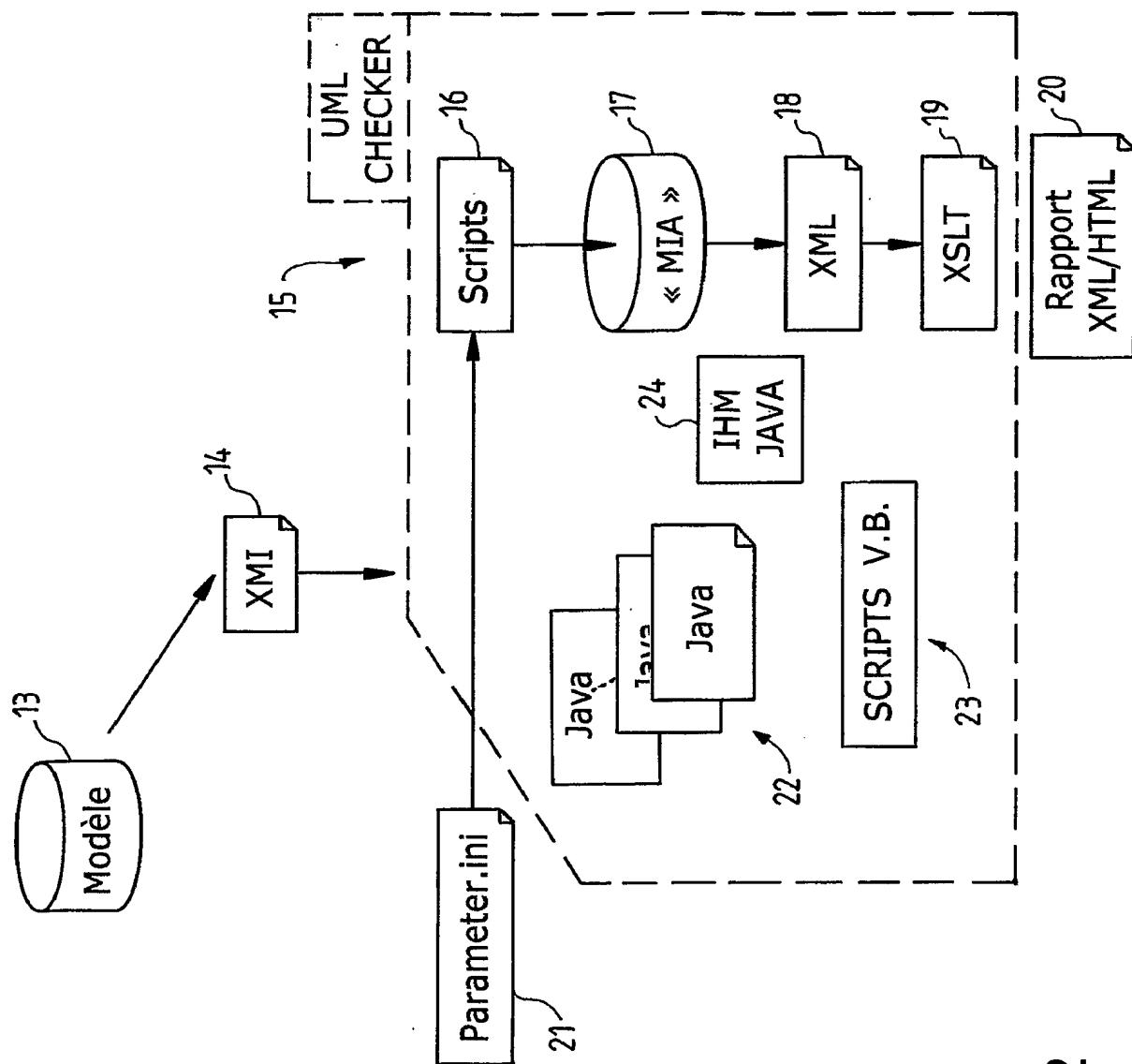


FIG.2

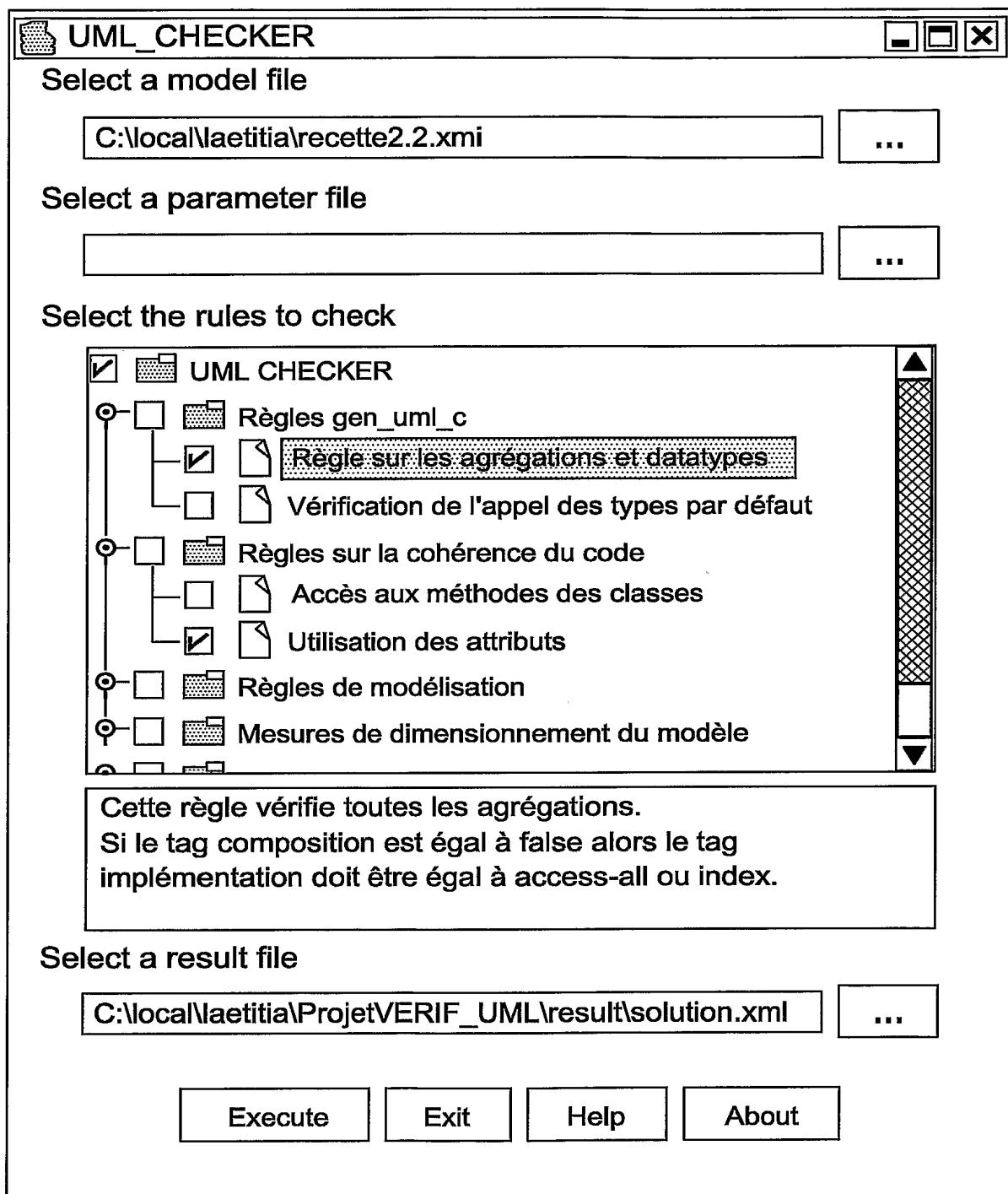
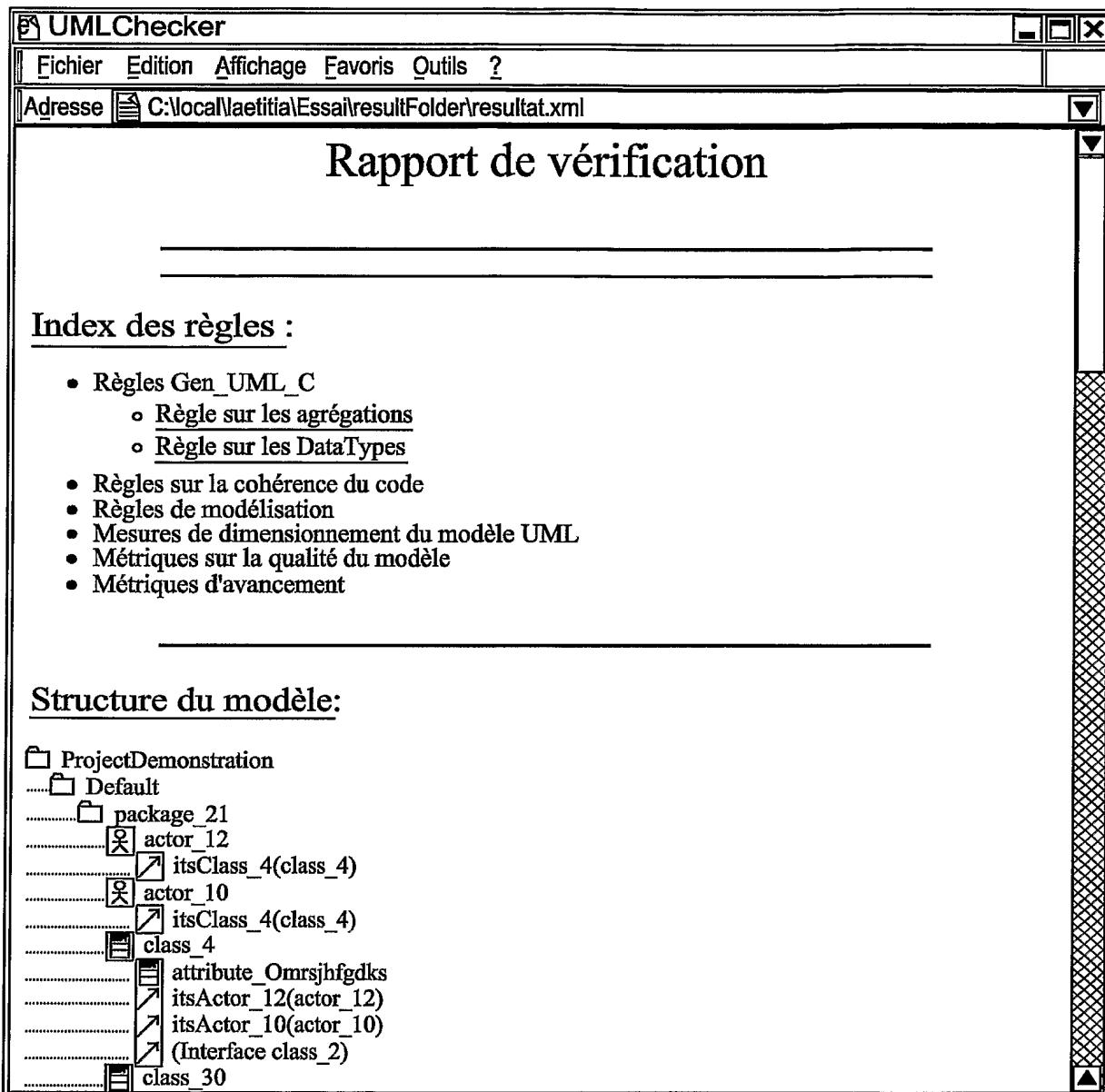


FIG.3

**FIG.4**Règle Gen_UML_C: Vérification sur les agrégations

Les agrégations suivantes sont incorrectes.

Le tag Implementation est ni à "access-all" ni à "index".
Les agrégations contenant cette erreur sont les suivantes:

Nom de la classe	Nom de l'agrégation	Valeur du tag Implementation
class_11	ItsClass_7(class_7)	undefined

FIG.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/053367

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G06F9/44

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>CAMPBELL L A ET AL: "Automatically detecting and visualising errors in UML diagrams" REQUIR. ENG. (UK), REQUIREMENTS ENGINEERING, 2002, SPRINGER-VERLAG, UK, vol. 7, no. 4, 2002, pages 264-287, XP002289750 ISSN: 0947-3602 page 264 – page 265, section 1. "Introduction" page 265 – page 266, section 2.2. "Modelling and Visualisation Framework" page 266 – page 267, section 2.2.2. "Model Checking" page 267, section 2.3. "Integrated Framework Instantiation with Promela/SPIN page 268 – page 270, section 3. "Detecting and Visualising Errors"</p> <p>-----</p> <p style="text-align: center;">-/-</p>	1-5

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

23 February 2005

07/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL – 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ebert, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/053367

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>SHROTRI U ET AL: "Model checking visual specification of requirements" PROCEEDINGS FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING AND FORMAL METHODS, 22 September 2003 (2003-09-22), pages 202-209, XP010660584 page 202 - page 203, section 1. "Introduction" page 205 - page 208, section 5. "Case Study: A Library System"</p> <p>-----</p>	1-5
A	<p>IL-KYU HA ET AL: "Meta-validation of UML structural diagrams and behavioral diagrams with consistency rules" 2003 IEEE PACIFIC RIM CONFERENCE ON COMMUNICATIONS COMPUTERS AND SIGNAL PROCESSING, vol. 2, 28 August 2003 (2003-08-28), pages 679-683, XP010660353 the whole document</p> <p>-----</p>	1-5
A	<p>BOUASSIDA N ET AL: "Formalizing the framework design language F-UML" PROCEEDINGS FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING AND FORMAL METHODS, 22 September 2003 (2003-09-22), pages 164-172, XP010660580 page 170 - page 171, section 4. "Verification"</p> <p>-----</p>	1-5

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/EP2004/053367

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G06F9/44

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 G06F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	<p>CAMPBELL L A ET AL: "Automatically detecting and visualising errors in UML diagrams" REQUIR. ENG. (UK), REQUIREMENTS ENGINEERING, 2002, SPRINGER-VERLAG, UK, vol. 7, no. 4, 2002, pages 264-287, XP002289750 ISSN: 0947-3602 page 264 - page 265, section 1. "Introduction" page 265 - page 266, section 2.2. "Modelling and Visualisation Framework" page 266 - page 267, section 2.2.2. "Model Checking" page 267, section 2.3. "Integrated Framework Instantiation with Promela/SPIN page 268 - page 270, section 3. "Detecting and Visualising Errors"</p> <p>-----</p> <p>-/-</p>	1-5

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

23 février 2005

07/03/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Ebert, W

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No
PCT/EP2004/053367

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	<p>SHROTRI U ET AL: "Model checking visual specification of requirements" PROCEEDINGS FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING AND FORMAL METHODS, 22 septembre 2003 (2003-09-22), pages 202-209, XP010660584 page 202 – page 203, section 1. "Introduction" page 205 – page 208, section 5. "Case Study: A Library System"</p> <p>-----</p>	1-5
A	<p>IL-KYU HA ET AL: "Meta-validation of UML structural diagrams and behavioral diagrams with consistency rules" 2003 IEEE PACIFIC RIM CONFERENCE ON COMMUNICATIONS COMPUTERS AND SIGNAL PROCESSING, vol. 2, 28 août 2003 (2003-08-28), pages 679-683, XP010660353 le document en entier</p> <p>-----</p>	1-5
A	<p>BOUASSIDA N ET AL: "Formalizing the framework design language F-UML" PROCEEDINGS FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING AND FORMAL METHODS, 22 septembre 2003 (2003-09-22), pages 164-172, XP010660580 page 170 – page 171, section 4. "Verification"</p> <p>-----</p>	1-5